

## 농작업 유해요인 노출평가를 위한 작목 및 작업분류에 관한 연구

신소정 · 김효철 · 허진영 · 안민지 · 김경란 · 김경수 · 이민지\*

농촌진흥청 국립농업과학원

### A Study of Categorization of Farm Types and Crops for Exposure Assessment in Agriculture

Sojung Sin · Hyocher Kim · Jinyoung Heo · Minji Ahn · Kyungran Kim · Kyungsu Kim · Minji Lee\*

National Institute of Agriculture Science, RDA, Korea

#### ABSTRACT

**Objectives:** The purpose of this study is to categorize farm types and analyze the cultivated area and labor input time for each crop over a year in order to decide farm type conducting for the hazard exposure assessment.

**Methods:** Crops ranked within the top 45 by cultivated area in Korea were selected and 15 target crops that exposure assessment had been conducted for through the Rural Development Administration(RDA) pilot research projects were selected. Labor input time was based on data investigated through RDA research surveillance. If there was no data, data from Statistics Korea was used. Data from Statistics Korea was used for total cultivated area.

**Results:** Crops were divided into 5 types: open field crops(Chinese cabbage, Corn, Ginger, Potato), fruits (Mandarin, Pear), green house crops(Cucumber, Lily, Oriental melon, Pumpkin, Tomato), livestock(Poultry), specialty crops(Ginseng, Oyster mushroom, Tobacco). The cultivated area for potato was the largest, and lily was the smallest among the crops. Labor input time over a year was the highest with oyster mushroom and the lowest with pear. Total labor input time by crops was the highest with mandarin and the lowest with Chinese cabbage.

**Conclusions:** To evaluate hazard factors of farm work, it's essential that crops and tasks be classified based on the size of farmers and working hours by farm type. Therefore, the priority of management should be determined based on the cultivated area and total labor time, but the characteristics of tasks in each crop should also be considered.

**Key words:** crop, cultivated area, farm-work, labor input time

## I. 서 론

전 세계적으로 농업인의 직업성 질환과 안전사고는 광업, 건설업 수준으로 발생한다고 알려져 있으며, 농기계 사고, 농약 중독 등으로 인한 건강상의 피해발생 및 작업능력의 손실로 의료비용이 증가하여 농업인의 사회·경제적 어려움을 가중시킨다(ILO, 2000). 2017년 기준으로 국내 전체 농업인 수는 약 177만명이며 전체 경


작 면적은 1,595,614 ha로 확인되고 있다. 이 중, 벼는 가장 넓은 면적을 가지고 있으며 과수, 시설 하우스 순으로 경작되고 있다(KOSIS, 2018). 그러나, 농업인은 단일 작목을 경작하더라도 작업 순기에 따라 농약, 유기분진, 온열 등 여러 가지 유해요인에 반복적으로 노출되어 다양한 직업성 질환에 이환 될 수 있다(Calver et al., 2012; Kim et al., 2016).


위험요인평가는 역학연구, 안전교육, 노출개선, 재해


\*Corresponding author: Minji Lee, Tel: 036-238-4179, E-mail: Minji08@korea.kr


Department of Agricultural Engineering, 310 Nongsaengmyeong-ro, Deokjin-gu, Jeonju-si Jeollabuk-do, 54875, Republic of Korea


Received: November 27, 2019, Revised: December 20, 2019, Accepted: December 27, 2019


 Sojung Sin <http://orcid.org/0000-0001-5193-3167>


 Jinyoung Heo <http://orcid.org/0000-0003-2241-1014>

 Kyungran Kim <http://orcid.org/0000-0001-8216-112X>

 Minji Lee <http://orcid.org/0000-0001-8041-397X>

 Hyocher Kim <http://orcid.org/0000-0002-8223-0859>

 Minji Ahn <http://orcid.org/0000-0002-3553-4200>

 Kyungsu Kim <http://orcid.org/0000-0001-8585-0773>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

발생 시 작업관련성 판정 등을 수행하기 위해 가장 기본적으로 선행되어야 하는 과정이다. 농업인은 호흡기계 및 면역기계질환, 인수공통감염병 등을 일으키는 분진, 농약등 다양한 위험요인들에 복합적으로 노출되고 있다(Suh et al., 2015; Spector et al., 2016; Davidson et al., 2017). 그러나 한국 농업인이 노출되는 위험요인에 대한 평가는 미국, 유럽 등에 비해 단편적으로 수행되고 있으며, 일부 작목 또는 특정 위험요인을 중심으로 수행되고 있는 상황이다(RDA, 2006; Calver et al., 2012).

일반 제조업의 안전보건 체계와는 별개로 농업·어업은 “농어업인의 안전보험 및 안전재해예방에 관한 법률 제16조 및 농어업인 삶의 질법 제5조”에 따라 중앙정부와 지자체가 농업인의 위험요인 노출에 대해 관리하도록 규정하고 있으며, ‘제 1차 농작업 안전재해 예방 기본계획(20~24)’에 근거하여 국가 단위의 대규모 안전보건 수준 평가 및 관리가 시작될 예정이다. 또한 2020년부터 “여성농어업인 육성법 시행령 제 4조”에 근거하여 농약, 분진, 중량물 위험요인 등에 노출되는 여성농어업인의 특수건강검진이 수행될 예정이다.

현재 농업에서 발생하는 유해인자 예방 및 관리를 수행할 시, 유용하게 사용할 수 있는 작업별 위험요인 노출 평가결과는 일부 작목에서만 제한적으로 연구가 진행되고 있어 작목별 유해요인 노출에 대한 확장 연구가 필요한 상황이다(Kim et al., 2014<sup>a</sup>; Kim et al., 2014<sup>b</sup>; Choi & Kim, 2016).

각 작목에서 발생하는 유해요인의 노출 평가를 효율적으로 수행하고 작목간 비교를 위해 필요한 작업은 작목 및 작업 분류와 우선 순위 선정이다. 일반 산업에서 제조업 작업환경 측정 시, 위험요인평가를 위해 가장 기초작업으로 시작하는 것은 유사노출 작업군(Similar Exposure Groups, SEGs)분류이다. 이를 통해 위험요인의 작업관련성을 보다 명확하게 확인 할 수 있고 관리 우선순위 대상 위험요인과 작업 및 작업자를 선별할 수 있다(Lanacio & Bullock, 2006).

농업은 같은 작목이라도 지리적인 이산적 특성으로 내·외부 환경조건에 따른 작업시기의 변동이 심하며 단일 작목에서도 계절, 날씨의 변화에 따라 다양한 작업이 이루어진다. 따라서, 농업 부문에서 개별 농가 단위의 방문유해요인 노출평가는 수행하기 매우 어렵다. 시간적, 경제적 효율을 극대화시키기 위해 복잡한 환경 및 다양한 작업으로 인해 여러 유해요인들에 노출 되는 농

업인에 대한 평가는 작업특성, 노출 방식 등의 공통되는 작목, 작업의 분류 및 설정이 필요하다.

이에, 본 연구에서는 국내에서 경작되는 작목에 대해 기존 문헌을 고찰하여 작목 특성을 구분하고 경작면적과 단위면적당 노동투하시간을 조사 및 분석하여 유사노출 작업군 설정에 필요한 기초자료를 제공하고자 한다.

## II. 연구대상 및 방법

### 1. 대상작목 및 작업분류

재배 경작 면적을 알아보기 위해, 작목별 단위 면적당 생산량 및 전체 생산량을 추정한 자료인 2016년 농작물생산통계 자료를 활용하였다. 통계청의 자료를 바탕으로 국내 경작 면적 45위 내에 있는 작목을 선정하였으며, 선정된 작목들 중 작업 분류 및 동일 노출작업 구분을 용이하게 하기 위해 농촌진흥청 시험연구사업(2009 ~ 2014)을 통해 노출평가가 수행된 작목 15개를 분류하여 대상 작목으로 선정하였다.

각 작목에 해당하는 작업은 농촌진흥청에서 발간한 표준영농교본을 기준으로 수행되는 작업을 분류하였다. 분류된 작업은 통계청 및 농촌진흥청 공동연구사업(2014 ~ 2018)의 노동투하량 데이터를 기반으로 여러 가지 농작업과 비교 및 검토를 통해 구분하였다.

### 2. 총 노동투하시간

작물 재배 시, 필요한 연 작업 시간을 단위 면적으로 나눈 노동투하시간(연간 작업시간, hr/10a)은 농업인이 기입한 자료가 실제로 작업시간을 가장 잘 나타낸다고 보고되었다(Park et al., 2016). 이에, 본 연구에서는 우선적으로 농촌진흥청 공동 연구 사업(2016)에서 농업인에게 GPS를 부착하여 직접 측정한 노동투하시간을 활용하였으며 자료가 부족할 경우 통계청에서 제공하는 작업단계별 노동투하시간을 이용하였다. 또한 국내에서 재배되고 있는 작목의 총 노동투하시간 및 작업별 총 노동투하시간을 추정하기 위해, 통계청에서 제공하는 총 재배 면적 자료를 활용하였다.

식1) 재배 면적을 통한 총 노동투하시간 추정식

$$\begin{aligned} & \text{총 노동투하시간(연간총작업시간)}[\text{hr}] \\ & = \text{총재배면적}[\text{ha}] \times \text{노동투하시간} \left( \frac{\text{작업시간}[\text{hr}]}{\text{재배면적}[\text{10a}]} \right) \end{aligned}$$

### III. 연구결과

국내 경작 면적 45위 내에 있는 작목 중 노출평가가 수행되어 선정된 대상 작목 15개는 Table 1과 같다. 작목은 노지, 과수, 시설 하우스, 축산, 특작으로 크게 5개로 나뉘었으며 노지 작목 4개(감자, 생강, 배추, 옥수수), 과수 작목 2개(감귤, 배), 시설 하우스 작목 5개(오이, 백합, 참외, 토마토, 호박), 축산 작목 1개(양계), 특작 3개(느타리버섯, 담배, 인삼)로 구분 되었다. 작업의 경우, 대부분의 작목에서 경운정지, 파종, 퇴비/비료, 정식, 병충해방제, 수확 작업 등이 공통적으로 포함되었으며, 양계 및 특작은 작목의 특성에 따라 계사 준비, 백신투여, 출하, 입상, 종균 접종 등의 작업이 추가되었다. 작업분류 결과 15개 작목에서 총 24개 작업이 수행되는 것으로 확인되었다(Table 1).

각 작목별 재배 면적 및 노동투하시간(hr/10a) 비교 결과는 Table 2와 같다. 재배 면적은 감자가 가장 넓었으며 감귤, 옥수수, 인삼 순으로 높게 나타났다. 재배 면적이 가장 낮은 작목은 백합이었으며 느타리버섯, 담배, 호박 순으로 낮게 나타났다. 연간 재배 면적 당 작업시간의 경우, 15개 작목 중 느타리버섯이 가장 높게 나타났으며, 배추가 가장 낮게 나타났다. 양계 작목의 경우 재배 면적 및 연 작업시간에 관한 자료가 없었으며, 백합과 담배의 경우 재배 면적은 자료가 있었지만 재배 면적별 연 작업시간이 조사가 되고 있지 않은 것으로 확인되었다.

작목별 연 총 노동투하시간을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 15개 작목 중 감귤의 연 총 작업시간이 가장

높았으며 토마토, 인삼, 참외 순으로 높게 나타났다. 반면, 연 총 노동투하시간이 가장 낮은 작목은 배추였으며, 총 노동투하시간이 높게 나타난 감귤과 비교했을 때 약 20배 차이가 나는 것을 확인하였다. 총 재배 면적 및 연 작업시간에 관한 자료가 없는 백합, 담배, 양계 작목의 경우에는 총 노동투하시간을 구하지 못하였다.

### IV. 고 찰

한국 농업의 생산물 유형 및 경작방식 등의 차이를 바탕으로 노지, 과수, 시설 하우스, 축산, 특용 작목으로 크게 분류할 수 있다. 기존 연구에 따르면 동물, 식물 등 키우는 종에 따라 작목간 차이가 발생하지만 노지, 과수, 시설 하우스 작목간에 있어 위험요인의 유형과 노출 특성이 다르다고 보고되었다(Sprince et al., 2003; Calver et al., 2012; Kotowski et al., 2014).

노지와 과수 작목은 근골격계 위험요인과 농약이 노출되는 부위가 각각 상지와 하지 중심으로 나뉜다(RDA, 2009). 또한 매년 경운정지, 파종/정식, 비닐피복 작업 등을 반복하는 노지 작목과는 달리, 과수 작목은 한번 정착된 과수 나무에 정지/전정 작업과 수분/수확 작업 등이 반복되어 분진, 소음, 진동 등의 노출이 매우 다르게 나타날 수 있다.

노지와 시설 하우스 작목의 경우 트랙터 등으로 인한 소음, 진동, 근골격계 위험요인은 유사하게 노출되지만, 개방된 작업장(노지)과 밀폐 또는 반밀폐된 작업장(시설 하우스)의 작업장 차이로 유기 분진, 온열, 농약 등의 노출은 큰 차이를 보일 수 있다(Kim et al., 2013).

Table 1. Categorization of crops and tasks

Category	Crop	Task
Open field (4)	Chinese cabbage, Corn, Ginger, Potato	Plowing harrowing, Seedling, Planting, Manure application Pest control, Harvest, Sorting and Packing
Fruit (2)	Mandarin, Pear	Pruning, Manure application, Pest control, Bagging, Weeding, Pollinating, Fruit thinning, Harvest
Green house (5)	Cucumber, Lily, Oriental melon, Pumpkin, Tomato	Plowing harrowing, Seedling, Planting, Pest control, Manure application, Training, Harvest
Livestock (1)	Poultry	Preparation farm, Maintaining poultry litter, Feeding, Vaccination, Shipment
Specialty crops (3)	Ginseng, Tobacco Oyster mushroom	Seed harvesting, Management nursery bed, Make furrow, Seedling, Manure application, Plowing harrowing, Planting, Mixing mushroom media, Culture medium, Inoculation spawn, Pest control, Harvest, Sorting and packing

**Table 2.** Cultivated area and labor input time for a year

Category	Crop	Cultivated area (ha)		Labor input time for a year (working hours/cultivated area, hr/10a)	
			Average		Average
Open field	Potato	22,000	13176	26.4	31.45
	Ginger	4,091		61.2	
	Corn	15,183		32.1	
	Chinese cabbage	11,429		6.1	
Fruit	Mandarin	21,682	16423	63.6	53.55
	Pear	11,164		43.5	
Green house	Cucumber	3,905	3624.2	202	168.8
	Lily	96		NA	
	Oriental melon	4,872		151.42	
	Pumpkin	2,857		124.7	
	Tomato	6,391		196.9	
Specialty crops	Ginseng	14,679	5725.3	62.8	348.3
	Oyster mushroom	166		633.8	
	Tobacco	2,331		NA*	
Livestock	Poultry	NA*	NA*	NA*	NA*

\*NA: There was no information on the cultivated area and labor input time of poultry and tobacco

**Table 3.** Working hours in total cultivated area(total labor input time) by farm types

Category	Crop	Total labor input time (hr)	Total labor input time (1,000,000 hr)	
				Average
Open field	Potato	5,808,000	5.808	3.471
	Ginger	2,503,692	2.504	
	Corn	4,873,743	4.874	
	Chinese cabbage	69,717	0.697	
Fruit	Mandarin	13,789,752	13.79	9.323
	Pear	4,856,340	4.856	
Green house	Cucumber	7,888,100	7.888	7.852
	Lily	NA	NA	
	Oriental melon	7,376,208	7.376	
	Pumpkin	3,562,679	3.563	
	Tomato	12,583,879	12.58	
Specialty crops	Ginseng	9,218,412	9.218	5.135
	Oyster mushroom	1,052,108	1.052	
	Tobacco	NA	NA	
Livestock	Poultry	NA	NA	NA

**Table 4.** Result of hazard factors assessment by representative crops measured through the 2009 ~ 2014 RDA pilot research project

Category	Crop	Task	Work hazard			
			Ergonomic risk factor		Total dust (area)	Endotoxin
			RULA	REBA	mg/m <sup>3</sup>	EU/m <sup>3</sup>
Open field	Chinese cabbage	Harvest	6-7	4-8	0.06	-
Fruit	Mandarin	Manure application	7	8	0.10	150.73
Green house	Cucumber	Harvest	-	6-12	0.17	43.08
Specialty crop	Oyster mushroom	Harvest	5-6	4-7	7.40	321.63
Livestock	Poultry	Shipment	-	6-12	0.39	2.273

특작으로 분류한 인삼은 비가림막 설치, 2~3년 단위의 수확, 농약 살포 등 기존 노지 작목과는 상이하게 다른 특성을 가진다. 또한 버섯, 담배 등은 생산되는 방식에 따라 포자, 니코틴 등과 같은 위험요인 노출 특성이 노지, 시설 하우스 작목들과는 매우 다르다. 이에, 노지, 시설 하우스 등과 달리 일반적인 경작 방식이 통용되지 않고 특이한 위험요인 발생이 보고되었거나 예상되는 작목을 특작으로 분류하였다(Kim et al., 2012).

축산 작목은 동물의 부산물, 사료 등에서 발생하는 엔도톡신을 포함한 유기분자에 높은 농도로 노출되는 것이 확인되고 있으며(Basinas et al., 2014; Gautam et al., 2018; Shin et al., 2019) 또한 사료 취급 등으로 인해 중량물 위험요인이 발생한다(Kim et al., 2014). 이에, 본 연구에서는 앞서 통계청에 자료에 의해 제시된 작목들 중 축산작목과 농촌진흥청이 제안하여 사용하고 있는 노지, 과수, 시설하우스로 나누어 작목 대분류를 하였으며(RDA, 2019), 기존 측정된 자료를 바탕으로 각 작목별 대표 위험요인 및 노출량을 참고하였다(Table 4).

향후 농작업 위험요인 노출평가를 용이하게 하기 위해, 대표성을 갖춘 유사노출 작업군을 설정할 경우 작업 방식, 성장형태, 작업환경의 근원적인 차이로 인하여 작목 대분류 간의 유사노출 작업군 공유는 어려운 것으로 생각되며 이들 작목 대분류 내에서 작업 특성, 사용장비, 작업 시기 등을 고려하여 작목 및 작업간 유사노출 작업군 설정이 바람직할 것으로 생각된다.

한편, 작목 대분류를 활용하여 위험요인 노출평가 대상을 선정한 후 유사노출 작업군 설정 시 한계점이 발생할 수 있다. 노지 작목의 수확 작업은 가지에서 나온 열매, 잎을 수확하는 작목(고추, 깨 등)과 토양 안의 뿌

리들을 수확하는 작업을 가진 작목(고구마, 감자 등)이 존재한다. 대분류 노지 작목에서 같은 수확 작업이라 할 지라도 분진, 근골격계 위험요인의 노출 특성이 달라질 수 있다. 따라서, 작목 대분류 내에서도 경작물의 종류, 경작 시기, 경작 환경 등을 고려하여 작목을 별도로 구분해야 한다.

농작업 위험요인 평가의 우선순위를 결정할 때, 위험도와 대상 인구군의 규모 확인은 필수적이다. 그러나, 현재 농업부문에 있어 작목별 위험요인의 위험도에 관한 연구가 많이 진행되지 않았기 때문에 본 연구에서는 작목별 대상 노출 인구군의 규모 확인을 우선으로 하였다(KOSHA, 2004; RDA, 2006; Calver et al., 2012; Lee et al., 2014). 하지만, 국내 농업통계에서 경작 인구 통계는 불분명하게 나타나 노동투하시간으로 대체하였다. 노동투하시간 통계는 매년 농산물소득조사표를 통해 확인할 수 있으며 5,300 농가 대상으로 직접 조사되고 있다. 조사된 노동투하시간을 바탕으로 본 연구에서는 재배 면적과 노동투하시간 통계를 곱하여 작목별 총 작업시간을 산출하여 간접적으로 노출대상 인구군의 규모를 산정하였다.

2017년을 기준으로 15개 작목 중 총 노동투하시간이 가장 높은 작목은 감귤로 확인되었으며, 작목 대분류별로 노지는 감자, 시설하우스는 토마토로 나타났다(Table 3). 노동투하시간과 재배 면적을 고려했을 때, 감귤은 연구대상 작목 중 단위 면적당 노동투하시간이 시설하우스에 비해 상대적으로 적었으나 재배 면적은 전체 작목 중 두 번째로 높아 전국 단위로 가장 많은 작업시간이 투입되는 작목이었다. 총 노동투하시간이 가장 낮은 작목은 배추였으며, 가장 높은 작목인 감귤과 비교했을 때 약 20배의 차이가 나타났다. 배추는 경작면적이

넓었으나, 단위 면적당 노동투하시간은 타 작목에 비해 약 1% ~ 23% 수준으로 매우 낮게 나타났다. 배추 작목의 작업은 단순하고 작물의 경작기간이 약 70일 ~ 80일로 짧아 타 작목에 비해 단위 면적당 관리가 매우 쉬워 총 노동투하시간이 낮게 나타난 것으로 생각된다.

반면, 시설하우스 작목의 단위 면적당 노동투하시간은 오이 202시간, 토마토 196.9시간, 참외 151.4시간 등으로 노지 작목의 단위 면적당 평균 노동투하시간에 비해 약 5배 높게 나타났다(Table 2). 시설하우스 작목의 총 노동투하시간 평균값은 과수 작목보다 낮지만, 계절에 따라 밀폐 또는 반밀폐 공간에서 작업이 이뤄지는 작업특성을 가진다. 이로 인해 시설하우스 작목의 농업인은 온열, 유기분진, 농약, 근골격계 위험요인 등 다양한 유해요인에 고수준으로 노출될 수 있다(Kim et al., 2013). 다양한 유해요인에 노출되어 시설 하우스 작목 농업인의 건강에 영향을 주는 것을 '비닐하우스증'으로 명명하여 이에 대한 연구가 진행되었으며(Kim & Choi, 1994; Madsen et al., 2016), 또한 농약 중독 등으로 인해 농업인은 면역기계 영향을 받는 것으로 보고되었다(Aroonvilairat et al., 2015; Hassanin et al., 2017).

작목 대분류를 구분하지 않고 총 노동투하시간 자료만을 활용하여 평가 및 관리 대상을 선정할 시, 감귤을 1순위 평가 대상 작목으로 선택하는 것이 옳지만 앞서 언급한 사항과 위험요인 노출수준, 위험도, 대다수 시설 하우스 작목의 높은 노동투하시간을 고려하여 우선 관리 대상 작목은 시설하우스 및 오이, 수박, 토마토 등의 과채류로 선정하는 것이 필요하다.

특수 작목 중 느타리 버섯은 경작면적이 가장 작지만, 노동투하시간은 가장 높게 나타났다. 이는, 타 작목과 달리 버섯은 실내 재배로 연간 재배가 가능하기 때문에 노동투하시간이 매우 높았을 것으로 생각된다. 버섯은 서늘한 환경에서 재배가 이루어지고 농기계를 사용하는 작업이 많아 온열 및 근골격계 위험요인은 적으나 포자, 배지 제조 시 발생하는 분진 등에 의한 노출은 매우 높은 수준일 것으로 예상된다. 향후, 버섯 작목의 특화된 농작업을 파악하여 별도의 위험요인 평가 및 관리가 필요할 것으로 생각된다.

총 재배 면적 및 총 노동투하시간에 대한 자료가 없는 백합, 담배, 양계 작목은 총 노동투하시간을 산출하지 못하였다. 축산작목의 총 노동투하시간을 분석하기 위해서는 재배 면적이 아닌 사육 면적 또는 사육 두수

를 활용해야 하므로 노지, 시설 하우스 작목과의 직접적인 비교는 어렵다. 그러나, 축산 농업인의 농작업 위험요인 노출 및 재해율은 매우 높은 수준으로 알려져 있으므로(Nilsson et al., 2010; Marcum et al., 2011; Reed et al., 2013), 향후 축산 작목 내 별도의 작목 및 작업 분류를 통한 관리 우선순위 설정이 필요할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 유해요인별 유사 작목간 유사 노출 작업을 선정하기 위해 작목 및 작업 구분과 재배면적 및 노동투하시간을 조사하였다. 농작업 위험요인 평가를 하기 위해서는 노지, 시설 하우스, 과수, 축산, 특용 작목으로 대분류 및 각 작목별 작업 분류는 반드시 필요하다. 작목 및 작업 분류를 바탕으로 관리 우선 순위를 결정 할 수 있으며 유사노출 작업군 설정 시 고려해야 한다. 또한 재배 면적 및 총 노동투하시간을 바탕으로 평가 및 관리 우선순위를 선정하되, 각 작목별 작업의 개별 유해요인 위험도를 같이 고려해야 한다. 향후, 대분류 작목의 작업 시기, 작업 방식 및 작업별 발생하는 유해요인을 함께 고려하여 유사노출 작업군을 설정하는 연구가 필요할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 성과물(논문, 산업재산권, 품종보호권 등)은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01249101)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

- Aroonvilairat S, Kespichayawattana W, Sornprachum T, Chaisuriya P, Siwadune T, et al. Effect of pesticide exposure on immunological, hematological and biochemical parameters in Thai orchid farmers – Across-sectional study. *Int J Environ Res Public Health* 2015;12(6):5846–5861(<https://doi.org/10.3390/ijerph120605846>)
- Basinas I, Sigsgaard T, Erlandsen M, Andersen N T, Takai H, et al. Exposure-affecting factors of dairy farmers' exposure to inhalable dust and endotoxin. *Ann Occup Hyg* 2014;58(6):707–723(<https://doi.org/10.1016/j.annocc.2014.05.001>)

- 1093/annhyg/meu024)
- Bullock W H & Ignacio J S. A strategy for assessing and managing occupational exposures. *AIHA* 2006
- Calver G M, Lee KS, Roh S, Davis K G, Tak SW. Promoting and protecting worker health and safety in the Republic of Korea agricultural sector. *J Agromedicine* 2012;17(3):326-337 (<https://doi.org/10.1080/1059924X.2012.686383>)
- Choi J & Kim K. Fundamental research for establishing Job-Exposure Matrix(JEM) of farmer related to insecticide of Pesticide (III) : fruit. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2016;3(26): 317-323
- Davidson M E, Schaeffer J, Clark M L, Magzamen S, Brooks E J, et al. Personal exposure of dairy workers to dust, endotoxin, muramic acid, ergosterol and ammonia on large-scale dairies in the high plains western United States. *J. Occup. Environ. Hyg* 2017; 15(3): 182-193(<https://doi.org/10.1080/15459624.2017.1403610>)
- Gautam R, Heo Y, Lim G, Song E, Roque K, et al. Altered immune responses in broiler chicken husbandry workers and their association with endotoxin exposure. *Ind Health* 2018; 56(1): 10-19
- Hassanin N M, Awad O M, El-fiki S, Abou-shanab R A I, Abou-Shanab, et al. Association between exposure to pesticides and disorder on hematological parameters and kidney function in male agricultural workers. *Environ Sci Pollut Res* 2017; 25(31): 30802-30807(<https://doi.org/10.1007/s11356-017-8958-9>)
- International Labor Office(ILO). Safety and Health in Agriculture, 2000
- Kim HC, Lee KS, Chae HS, Kim KR, Min KD, et al. Research on exposure to total dust and endotoxin during planting and harvest tasks at Cucumber, Yellow Melon and Potato farms. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2013;23(4): 412-420
- Kim HC, Lee KS, Chae HS, Park YS, Min KD. A Research on airborne Nicotine exposure during harvest and weaving tasks in Tobacco farms. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2012;22(3): 217-223
- Kim H, Räsänen K, Chae H, Kim K, Kim K, et al. Farm work-related injuries and risk factors in South Korean agriculture. *J Agromedicine* 2016;21(4): 345-352(<https://doi.org/10.1080/1059924X.2016.1211573>)
- <sup>a</sup>Kim K, Cho M, Lee S, Kang D, Kim J. Fundamental research for establishing a Job-Exposure Matrix (JEM) for farmers related to insecticides (I): rice cultivated. *J Korean Soc Occup Environ Hyg* 2014;24(1): 59-64
- <sup>b</sup>Kim K, Cho M, Lim B, Lee S, Knag D. Fundamental research for establishing Job-Exposure Matrix (JEM) of farmer related to insecticide of pesticide (II) : vegetable. *J Korean Med Sci* 2014;3(24): 293-299.
- Kim K, Kim I, Kim H, Lee K, Chae H. A Survey on the present state of occurrence of safety accidents and safety and health management levels among swine farmers. *J Environ Heal Sci* 2014;40(5): 413-424
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Development of prevention system for occupational injury and disease by application of worker's compensation insurance to AGFF sectors, 2004
- Korean statistical information service(KOSIS). Agricultural area statistics, 2018. Available from: URL: [http://www.kosis.kr/statHym1/statHtml.do?orgId=101&llD=DT\\_1ET0040&conn\\_path=I2](http://www.kosis.kr/statHym1/statHtml.do?orgId=101&llD=DT_1ET0040&conn_path=I2)
- Kotowski S E, Davis K G, Kim H, Lee K. Identifying risk factors of musculoskeletal disorders on Korean farms. *Work* 2014;49(1): 15-23(<https://doi.org/10.3233/WOR-141921>)
- Lee K, Räsänen K, Kim H, Chae H. Research on farmer's occupational health service in Finland. *J Agric Ext Community Dev* 2014;21(4): 1007-1028
- Madsen A M, Thilising T, Bælum J, Garde A H, Vogel U. Occupational exposure levels of bioaerosol components are associated with serum levels of the acute phase protein Serum Amyloid A in greenhouse workers. *Environ Heal* 2016;15(9): 1-9(<https://doi.org/10.1186/s12940-016-0090-7>)
- Marcum J, Browning S, Reed D, Charnigo R. Farmwork-related injury among farmers 50 years of age and older in Kentucky and South Carolina: A cohort Study, 2002-2005. *J Agric Saf Health* 2011;17(3): 259-273
- Kim M, & Choi J. Study on improvement of working environment in plastic house to prevent plastic house syndrome. *Korean J Community Living Sci* 1994;5(2): 107-115
- Nilsson K, Pinzke S, Lundqvist P. Occupational injuries to senior farmers in Sweden. *J Agric Saf Health* 2010;16(1): 19-29
- Park H, Lee Y, Min K, Kim H. Analysis of Work Time in Agriculture Through Time-Diary Method and Evaluation of the Reliability of the Data Using GPS Device. *J Ergon Soc Korea* 2016;35(5): 383-389
- Reed S, Douphrate D I, Lundqvist P, Jarvie P, McLean G, et al. Occupational health and safety regulations in the dairy industry occupational health and safety regulations in the dairy industry. *J Agromedicine* 2013;18(3):210-218(<https://doi.org/10.1080/1059924X.2013.796902>)

- Rural Development Administration(RDA). Management and status of occupational injury and disease in agriculture on the perspective of farmer's welfare, 2006
- Rural Development Administration(RDA). Hazard exposure assessment in farm work, 2006-2008, 2009
- Rural Development Administration(RDA). Type of crop manual, 2019 Available from:URL:http://www.nongsaro.go.kr/portal/portalMain.ps?menuId=PS00001
- Shin S, Song E, Kim J, Lee J, Gautam R, et al. Major environmental characteristics of swine husbandry that affect exposure to dust and airborne endotoxins. *J Toxicol Environ Heal Part A* 2019; 82(4):233-243 (<https://doi.org/10.1080/15287394.2019.1584596>)
- Spector J T, Bonauto D K, Sheppard L, Busch-isaksen T, Calkins M, et al. A Case-Crossover Study of Heat Exposure and Injury Risk in Outdoor Agricultural Workers. *PLoS one*; 2016;11(10):e0164498 (<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0164498>)
- Sprince N L, Park H, Zwerling C, Lynch C F, Whitten P S, et al. Risk factors for animal-related injury among Iowa large-livestock farmers: A case-control study nested in the agricultural health study. *J Rural Heal*2003;19(2): 165-173
- Suh Y, Cheon Y, Kim H, Kim R, Park K, et I. Prevalence and risk factors of upper extremity musculoskeletal diseases among farmers in Gyeongnam. *J Rheum Dis* 2015;22(6): 366-373
- Wood D, Astrakianakis G, Lang B, Le N, Bert J. Development of an Agricultural Job-Exposure Matrix for British Columbia, Canada. *J Occup Environ Med* 2002;44(9): 865-873(<http://doi.org/10.1097/01.jom.0000026647.83602.f2>)

**<저자정보>**

신소정(석사 후 연구원), 김효철(농업연구사), 허진영(연구원), 안민지(농업연구사), 김경란(농업연구관), 김경수(농업연구사), 이민지(농업연구사)